

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-184929

[ST.10/C]:

[JP2002-184929]

出 願 人

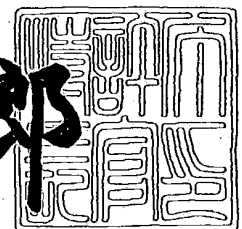
Applicant(s):

株式会社デンソー

2003年 4月22日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 P000013194

【提出日】 平成14年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H02K 15/085

【発明の名称】 回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 五郎畑 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 鎌倉 洋一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

【氏名】 平野 均

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代表者】 岡部 弘

【代理人】

【識別番号】 100081776

【弁理士】

【氏名又は名称】 大川 宏

【電話番号】 (052)583-9720

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009438

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

略U字状の頭部と、前記頭部の両端から平行に真っ直ぐに延在する一対の脚部とを有し、前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から前記脚部と平行に真っ直ぐに延在して前記両脚部に連なる頭部斜行部用直線部とからなるセグメントを準備し、

同軸配置されて互いに相対回転可能な複数のリングに前記セグメントの前記両脚部を個別に保持し、

前記リングから軸方向へ所定距離離れて配設されて軸方向に進退する頭部押さえ部材に設けられる一対の爪部により前記頭部先端部を周方向に挟み、

前記頭部押さえ部材を前記リングへ向けて変位させると同時に前記両リングを周方向互いに逆向きに回転させて前記両脚部をそれぞれ所定角度だけ回転させて前記一対の頭部斜行部用直線部を捻って頭部斜行部となし、

前記セグメントを前記リングおよび爪部から外してステータコアのスロットに挿入し、順次接合してステータコイルとする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記爪部を前記リングの軸心と同軸に回転自在に配設することにより、前記リングが回転する場合に前記爪部を回転させることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の製造方法により製造される回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

軸心を基準点とした場合に、前記セグメントの頭部先端部の周方向における中心点から外側の前記脚部までの占有角度は、前記中心点から内側の前記脚部までの占有角度よりも小さくされていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 3】

略U字状の頭部と、前記頭部の両端から平行に真っ直ぐに延在する一対の脚部とを有し、前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から前記脚部と平行に真っ直ぐに延在して前記両脚部に連なる頭部斜行部用直線部とからなるセグメントを準備し、

同軸配置されて互いに相対回動可能な複数のリングに前記セグメントの前記両脚部を個別に保持し、

前記リングから軸方向へ所定距離離れて配設されて軸方向に進退する頭部押さえ部材に設けられる一対の爪部により前記頭部先端部を周方向に挟み、

前記頭部押さえ部材を前記リングへ向けて変位させると同時に前記両リングを周方向互いに逆向きに回動させて前記両脚部をそれぞれ所定角度だけ回動させて前記一対の頭部斜行部用直線部を捻って頭部斜行部となし、

前記セグメントを前記リングおよび爪部から外してステータコアのスロットに挿入し、順次接合してステータコイルとする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記一対の爪部のうち、前記リングの回動により前記セグメントの前記頭部先端部を通じて径方向内側へ付勢される側の前記爪のセグメント接触側面は、前記リングの回動により前記セグメントの前記頭部先端部を通じて径方向外側へ付勢される側の前記爪のセグメント接触側面よりも大きく面取りされていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法。

【請求項 4】

径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されてM（Mは3以上の整数）相電機子コイルの相コイルの1ターンを構成する多数のセグメントを有し、

前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一対の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一対のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一対の飛び出し端部とを有し、

前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一对のスロット導体部に個別に連なる一对の頭部斜行部とからなり、

前記飛び出し端部は、前記一对のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一对の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、

前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、

前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する、

回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記セグメントの前記頭部先端部と径方向外側の前記頭部斜行部との間の境界部分は、前記セグメントの前記頭部先端部と径方向内側の前記頭部斜行部との間の境界部分に比較して、前記ステータコアの軸方向に見た場合の曲率半径が大きくなっていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 5】

請求項 2 又は 4 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて

径方向に隣接する一对の前記導体収容位置に個別に収容される一对の前記スロット導体部に連なる小回り頭部を有する前記セグメントである小回りセグメントと、前記小回り頭部を径方向へ囲む大回り頭部を有する前記セグメントである大回りセグメントとにより構成されるセグメントセットを、径方向へ複数セット有し、

径方向にて等しい位置を有して周方向に配列される多数の前記セグメントセットは、所定の相電圧が印加される部分相コイルを形成し、

前記相コイルは、それぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを、径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続して構成されることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 6】

請求項 5 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、
同じ相電圧が印加されるスロット導体部をそれぞれ収容するとともに互いに周方向に連続して隣接する多数の前記スロットにより構成される同相スロット群を有し、

共通の前記スロットに収容されてそれぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続してそれぞれ構成され、同相スロット群の互いに異なるスロットに収容される多数の前記直列相コイル回路を有し、

前記相コイルは、前記多数の直列相コイル回路を並列接続して構成されることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転電機のセグメント順次接合型ステータコイルおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ステータコアのスロットに挿通された多数のセグメント導体を順次接合して形成されたセグメント順次接合型ステータコイルが提案されている。たとえば、特許第 3 1 1 8 8 3 7 号は、略 U 字形状を有する導体片であるセグメントを順次接合して形成されたセグメント順次接合型コイルの製造について開示している。

【0003】

更に説明すると、このセグメント順次接合型ステータコイルは、セグメントの一对の脚部を回転子の略磁極ピッチだけ互いに離れた一对のスロットに個別に挿通して飛び出した両端部を周方向へ曲げ、各セグメントの両脚部の先端を順次接合して形成されている。

【0004】

つまり、このセグメントは、略 U 字状（より正確には略 V 字状）の頭部（曲が

り部又はターン部とも呼ばれる) と、この頭部の両端からコアの互いに異なる二つのスロットにコアの軸方向一侧から個別に挿入された一対のスロット導体部と、両スロット導体部の先端からコアの軸方向他側へ飛び出して周方向へ延在する一対の飛び出し端部とをそれぞれ有し、各飛び出し端部の先端部は、一対ずつ接合されている。なお、この明細書では、スロット導体部と飛び出し端部とをまとめてセグメントの脚部と呼称する場合もあるものとする。したがって、各セグメントの頭部はステータコイルの頭部側コイルエンド) を構成し、各セグメントの飛び出し端部はステータコイルの端部側コイルエンドを構成する。

【 0 0 0 5 】

また、特許第 3 1 1 8 8 3 7 号は、小回りセグメントと、この小回りセグメントを囲む大回りセグメントとにより構成されたセグメントセットの合計 4 本の脚部を互いに同軸配置された 2 つのリングに個別に保持し、これらリングを相対回動させて、各セグメントの一対の脚部を周方向へ展開して頭部斜行部を形成することを開示している。

【 0 0 0 6 】

また、特開 2 0 0 0 - 1 3 9 0 4 9 は、ステータコアのスロットにそれぞれ収容された小回りセグメントと、この小回りセグメントを囲む大回りセグメントとにより構成されたセグメントセットの合計 4 本の脚部を互いに同軸配置された 4 つのリングに個別に保持し、これらリングを相対回動させて、各セグメントの一対の脚部を周方向へ展開して端部斜行部を形成することを開示している。

【 0 0 0 7 】

更に、特開 2 0 0 1 - 4 5 7 2 1 号公報は、上記小回りセグメントおよび大回りセグメントの製造方法を提案している。

【 0 0 0 8 】

上記公報などに開示されているこのセグメント順次接合型ステータコイルの製造方法例について、以下に説明する。

【 0 0 0 9 】

まず、必要本数の松葉状セグメントを準備する。次に、松葉状セグメントを U 字状セグメントに加工してセグメントの一対のスロット導体部を周方向へ互いに

略磁極ピッチ離れさせるとともに必要数のセグメントをコアの各スロットに同時挿通できるようにそれらを空間配置（周方向へ整列）させる工程が行われる。この工程は、たとえば上記特許3118837号の第3図に示される同軸の複数の穴付きのリングを用い、これら穴付きのリングの周方向同位置の各穴に松葉状セグメントの両脚部を個別に挿入し、各リングを略磁極ピッチ相対回転して、この松葉状セグメントを頭部が周方向へU字状（V字状と考えても良い）に開いたU字状セグメントに加工することにより行われる。この工程は、通常、小回りセグメントと大回りセグメントとからなるセグメントセットに対して実施される。

【0010】

次に、U字状に形成され、周方向に整列された各セグメントをコアの各スロットに挿入される工程が行われる。この工程は、U字状に変形され、周方向に整列された各セグメントの頭部を保持しつつ脚部を上記一对の穴付きリングから抜き出し、コアの各スロットに挿入することにより行なわれる。

【0011】

次に、スロットから飛び出した各飛び出し端部を周方向へ屈曲する工程が行われる。好適には、各飛び出し端部は半磁極ピッチだけ周方向へ屈曲される。このような周方向屈曲は、たとえば上記特許3196738号の第4図、第5図に示される同軸の複数の穴付きリングを用い、各穴付きリングの各穴に各飛び出し端部の先端を挿入し、各穴付きリングをそれぞれ周方向へ半磁極ピッチ（電気角 $\pi/2$ ）回動して、各飛び出し端部をそれぞれ周方向へ半磁極ピッチ屈曲させればよい。なお、各穴付きリングを回動させる際、各穴付きリングを飛び出し端部に向けて軸方向に付勢しながら行くと、屈曲点の曲率半径を大きくできるので好適である。次に、各飛び出し端部の先端部を所定の順序で溶接する工程が行われる。

【0012】

これにより各相のコイルを意味する相コイルがエンドレスに形成されるので、適切な部位でU字状セグメントのU字状の頭部を切断することにより、頭部側にて各相コイルの引き出し端子を形成することができる。これら引き出し端子をあらかじめ長く形成しておけば、この長く形成した部分を周方向へ屈曲することに

より、中性点用の渡り線などとして用いることができる。なお、これらの引き出し端子を頭部側コイルエンドに設けるのは、端部側コイルエンドでは、溶接工程があるため、長い引き出し端子が邪魔になるからである。

【0013】

上記説明したセグメント順次接合ステータコイルは、従来、車両用交流発電機のステータコイルとして用いられていた。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報などにより開示されているセグメント順次接合型ステータコイルおよびその製造方法では、次の問題があった。

【0015】

すなわち、展開前のセグメントの一对の脚部は、同軸配置された大径リングの孔と、この孔に径方向に隣接する小径リングの孔とに保持され、これらリングを逆方向に等しい角度だけ回動させて展開される。以下、一对の脚部のうち大径リングに保持される脚部を外側脚部とも称し、小径リングに保持される脚部を内側脚部とも称する。この時、展開前のセグメントの頭部先端は、周方向に隣接する一对の爪部により固定される。

【0016】

頭部先端部が爪により径方向から周方向へ鋭く曲がって絶縁皮膜が劣化するのを防止するために、爪の径方向断面においてセグメントに接する側面が面取りされている。

【0017】

しかしながら、小径リングと大径リングとが等しい角速度で又は等しい角度だけ回動する場合、両リングの径差により外側脚部は内側脚部よりも強い引っ張りストレスを受け、このストレスはセグメントの頭部先端部とこの頭部先端部に接する爪部の面取り側面との間に作用し、この部分の絶縁皮膜を劣化させる可能性が生じる。

【0018】

本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、セグメントの絶縁性を向上可

能な回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法を提供することをその目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の製造方法は、略U字状の頭部と、前記頭部の両端から平行に真っ直ぐに延在する一対の脚部とを有し、前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から前記脚部と平行に真っ直ぐに延在して前記両脚部に連なる頭部斜行部用直線部とからなるセグメントを準備し、同軸配置されて互いに相対回転可能な複数のリングに前記セグメントの前記両脚部を個別に保持し、前記リングから軸方向へ所定距離離れて配設されて軸方向に進退する頭部押さえ部材に設けられる一対の爪部により前記頭部先端部を周方向に挟み、前記頭部押さえ部材を前記リングへ向けて変位させると同時に前記両リングを周方向互いに逆方向に回転させて前記両脚部をそれぞれ所定角度だけ回転させて前記一対の頭部斜行部用直線部を捻って頭部斜行部となし、前記セグメントを前記リングおよび爪部から外してステータコアのスロットに挿入し、順次接合してステータコイルとする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記爪部を前記リングの軸心と同軸に回転自在に配設することにより、前記リングが回転する場合に前記爪部を回転させることを特徴としている。

【0020】

この製造方法によれば、爪部がリング回転時にセグメントから受けるトルクによりこのトルクを解消するべく自由回転するので、爪部を回転させない場合に比較して、爪部によりセグメントの頭部先端部の絶縁皮膜が受けるストレスは大幅に小さくなり、セグメントの電気絶縁性の低下を防止することができる。

【0021】

更に説明すると、上記ストレスは、リングにより保持されて周方向逆方向に引っ張られるセグメントの脚部が、これら脚部と頭部先端部との間の頭部斜行部用直線部を周方向へ引っ張る場合に、径差により外側の脚部は内側の脚部よりも周方向走行距離が長いので、頭部先端部をこの外側の脚部側へ引っ張ろうとするためにこすれて生じる。

【0022】

これに対して、本発明では、爪部が回転自在となっていて上記ストレスにより外側の脚部の回転方向に僅かに回転するため、上記径差による両脚部の周方向走行距離のばらつきを減らし、上記ストレスを大幅に低減することができる。

【0023】

請求項2記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルは請求項1記載の製造方法により製造されるとともに、軸心を基準点とした場合に、前記セグメントの頭部先端部の周方向における中心点から外側の前記脚部までの占有角度は、前記中心点から内側の前記脚部までの占有角度よりも小さくされていることを特徴としている。

【0024】

したがって、脚部（スロット導体部となる）と頭部先端部との間に存在して周方向に延在するセグメント部分を頭部斜行部と称する場合、請求項1記載の製造方法により製造されたセグメントにおいては、外側の頭部斜行部は、内側の頭部斜行部よりも周方向占有角度が小さくなる。したがって、この形状のセグメントは、頭部先端部の絶縁膜ストレスが小さく、電気絶縁性に優れるわけである。

【0025】

請求項3記載の構成は、略U字状の頭部と、前記頭部の両端から平行に真っ直ぐに延在する一対の脚部とを有し、前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から前記脚部と平行に真っ直ぐに延在して前記両脚部に連なる頭部斜行部用直線部とからなるセグメントを準備し、同軸配置されて互いに相対回転可能な複数のリングに前記セグメントの前記両脚部を個別に保持し、前記リングから軸方向へ所定距離離れて配設されて軸方向に進退する頭部押さえ部材に設けられる一対の爪部により前記頭部先端部を周方向に挟み、前記頭部押さえ部材を前記リングへ向けて変位させると同時に前記両リングを周方向互いに逆向きに回転させて前記両脚部をそれぞれ所定角度だけ回転させて前記一対の頭部斜行部用直線部を捻って頭部斜行部となし、前記セグメントを前記リングおよび爪部から外してステータコアのスロットに挿入し、順次接合してステータコイルとする回転電機のセグメント順次接合ステータコイルの製造方法において、

前記一对の爪部のうち、前記リングの回動により前記セグメントの前記頭部先端部を通じて径方向内側へ付勢される側の前記爪のセグメント接触側面は、前記リングの回動により前記セグメントの前記頭部先端部を通じて径方向外側へ付勢される側の前記爪のセグメント接触側面よりも大きく面取りされていることを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

すなわち、このセグメントの頭部側の開き（展開）処理では、上記したように、セグメントの頭部先端部を周方向に挟持する一对の爪のうち、より強いストレスを受ける外側（径方向）の頭部斜行部用直線部に接する爪部の側面角部の面取り量を、相対的に受けるストレスが弱い内側（径方向）の頭部斜行部用直線部に接する爪部の側面角部の面取り量よりも大きくしているため、頭部先端部と外側の頭部斜行部との境界部における湾曲は、頭部先端部と内側の頭部斜行部との間の境界部における湾曲より、軸方向にみた場合に緩やかとなって、この部分の絶縁皮膜に掛かるストレスを大幅に低減することができ、絶縁性に優れたステータコイルを実現することができる。

【 0 0 2 7 】

請求項 4 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルは、径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されて M（M は 3 以上の整数）相電機子コイルの相コイルの 1 ターンを構成する多数のセグメントを有し、前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一对の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一对のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一对の飛び出し端部とを有し、前記頭部は、略 U 字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一对のスロット導体部に個別に連なる一对の頭部斜行部とからなり、前記飛び出し端部は、前記一对のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一对の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、前記頭

部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記セグメントの前記頭部先端部と径方向外側の前記頭部斜行部との間の境界部分は、前記セグメントの前記頭部先端部と径方向内側の前記頭部斜行部との間の境界部分に比較して、前記ステータコアの軸方向に見た場合の曲率半径が大きくなっていることを特徴としている。

【0028】

これにより、上述したように電気絶縁性に優れたコイルを実現することができる。

【0029】

請求項5記載の構成は請求項2又は3記載の構成において更に、径方向に隣接する一対の前記導体収容位置に個別に収容される一対の前記スロット導体部に連なる小回り頭部を有する前記セグメントである小回りセグメントと、前記小回り頭部を径方向へ囲む大回り頭部を有する前記セグメントである大回りセグメントとにより構成されるセグメントセットを径方向へ複数セット有し、径方向方向等しい位置を有して周方向に配列される多数の前記セグメントセットは、所定の相電圧が印加される部分相コイルを形成し、前記相コイルは、径方向に異なる前記セグメントセットにより別々に形成された多数の前記部分相コイルを、径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続して構成されることを特徴としている。

【0030】

従来、セグメント順次接合ステータコイルを用いる回転電機の用途としては車両用交流発電機が考えられていたが、更に大出力の車両の走行モータとして採用することが期待される。走行モータは配線、ステータコイルの抵抗損失低減のために従来より格段に高いバッテリー電圧（数百V）により給電される必要がある。

しかし、両者の回転数にほとんど相違がないため、走行モータ用のセグメント順次接合ステータコイルは車両交流発電機用のセグメント順次接合ステータコイル

に比較して格段の多ターン化が要求されることになる。

【0031】

ターン数の増大には、図13に示すようにセグメント33 (a~e) を多重相互囲み配置すること (図13では5重) によりスロットS内の径方向導体数を増加することが考えられるが、この多重相互囲みセグメント方式によれば、囲み数に等しい種類のセグメントが必要となること、外側のセグメント33 eの頭部の配線距離が長くなるために配線抵抗が増大してしまうという問題があった。

【0032】

特に、このU字状のセグメントの頭部先端部Hの径方向幅は製造上の理由によりその脚部L対の径方向幅よりも大きくなるため、図13では省略したが、実際には図13によれば頭部側コイルエンド311の径方向幅Wが相当に大きくなり、頭部側コイルエンド311の軸方向長も増大して、モータ軸長が増大し、その体格重量も増大してしまうという問題もあった。

【0033】

更に、上記したようにセグメントの頭部の径方向幅がその脚部対の径方向幅よりも大きくなるために、展開時の擦れ合いを防止するために径方向に隣接する異なるセグメントの脚部H、H間に隙間dを確保しなければならず、その分だけスロット占積率が低下してしまうという問題があった。

【0034】

また更に、上記多重の囲みにより内部のセグメント33 aは放熱が悪くなるという問題もあった。

【0035】

このような問題に対し、この構成では、図3に示すように、スロット内の径方向へ連続する4つの導体収容位置を占めるセグメントセットを径方向に積み重ね、周方向に配列される所定のセグメントセットを直列接続して部分相コイルを構成し、それぞれ異なる径方向位置のセグメントセットにより構成されて互いに径方向に隣接する各部分相コイルを径方向に順次接続して相コイルを形成する構成を採用した。

【0036】

この構成によれば、径方向に隣接する各部分相コイルの接続を異形のU字状のセグメントを用いることにより簡単に実施することができ、その上、径方向に異なるセグメントセット（部分相コイル）間の温度や配線長さのばらつきにより電流分布が局部的に集中して局部的に過熱が生じることもなく、容易に多ターン化を実現することができる。

【0037】

請求項6記載の構成は請求項5記載の構成において更に、同じ相電圧が印加されるスロット導体部をそれぞれ収容するとともに互いに周方向に連続して隣接する多数の前記スロットにより構成される同相スロット群を有し、共通の前記スロットに収容されてそれぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続してそれぞれ構成されて同相スロット群の互いに異なるスロットに収容される多数の前記直列相コイル回路を有し、前記相コイルは、前記多数の直列相コイル回路を並列接続して構成されることを特徴としている。

【0038】

従来、セグメント順次接合ステータコイルを用いる回転電機の用途としては車両用交流発電機が考えられていたが、更に大出力の車両の走行モータとして採用することが期待される。このような大出力化には、大電流が必要であり、大電流化のためのセグメント断面積の増大には限界があるため、部分相コイルを並列に接続して相コイルの合計断面積を増大する必要があるが、このような並列接続は渡り線の追加などを必要とするためセグメント順次接続により構成することが容易ではなかった。

【0039】

そこで、この構成では、請求項5記載の相コイルを直列相コイル回路とし、この直列相コイル回路を複数設け、各直列相コイル回路を同相スロット群の互いに異なるスロットに収容する構成を採用した。本構成によれば、各直列相コイル回路間の配線抵抗のばらつきをなくすことができ、また、各部分相コイル間の電流ばらつきを良好に低減することができる。特に、径方向異なる位置の部分相コイル間の抵抗ばらつきがあったとしても、上記各直列相コイル回路間の抵抗ばらつ

きが生じないという利点は重要な利点である。

【0040】

したがって、この構成よれば、多種類のセグメントを用いたり、コイルエンドにて複雑な特別の渡り線を追加したりすることなく、コイルの多ターン化を実現することができ、高電圧を必要とする自動車用走行モータのステータコイルを実現することができる。

【0041】

更に、請求項5、6の構成は請求項2の構成を採用しているので、頭部側コイルエンドの頭部先端部における絶縁皮膜のストレスを低減でき、高電圧の印加に有利となる。

【0042】

【発明の実施の形態】

以下、この発明のセグメント順次接合型ステータコイルを有する高電圧車両用回転電機の例を図に示す各実施形態に基づいて説明する。図1は車両の走行動力発生用の走行モータとして使用されるこの回転電機の軸方向断面図である。ただし、ステータコイルのコイルエンド部分は模式図示されている。図2はステータコイルの一部をなすセグメントの斜視図、図3はスロット内におけるセグメントの収容状態を示す部分断面図である。

（全体構成の説明）

図1において、走行モータは、ステータコア1、ロータ2、ステータコイル3、ハウジング4、回転軸7を有している。ステータコア1は、ハウジング4の内壁内周面に固定され、ステータコイル3はステータコア1の各スロットに巻装されている。ロータ2は、ハウジング4に回転自在に支持された回転軸7に固定されたIPM型ロータであり、ステータコア1の径内側に配置されている。ステータコイル3は三相電機子巻線であって、外部の約300Vのバッテリーから給電される三相インバータから給電されている。

【0043】

この走行モータは、二次電池車又は燃料電池車又はハイブリッド車の走行動力を発生する永久磁石型三相ブラシレスDCモータ（同期モータ）であるが、ロー

タ構造としては、公知の種々の形式に置換可能である。このような種々の形式の同期機自体は周知であるので説明を省略する。

(ステータコイル3の説明)

ステータコイル3は、図2に示す所定数のセグメント（本発明で言うセグメントセット）33をステータコア1の一侧からステータコア1の各スロットに挿通し、スロットから各セグメント33の飛び出し端部をステータコア1の他側に必要長さだけ突出させ、各セグメント33の飛び出し端部を周方向に略電気角 $\pi/2$ だけそれぞれ捻り、各セグメント33の飛び出し端部の先端部（接合部）を所定の組み合わせで溶接して構成されている。セグメント33は、溶接部分すなわち上記飛び出し端部の先端部（端部先端部ともいう）を除いて樹脂皮膜で被覆された長板U字形状を有している。この種のセグメント順次接合型のステータコイル自体は、上述したようにもはや公知となっている。

【0044】

セグメント（セグメントセット）33の詳細を更に詳しく説明する。

【0045】

一つのセグメント（セグメントセット）33は、略V字状の頭部と、この頭部の両端から直線的に伸びてスロットに収容されている一対のスロット導体部と、両スロット導体部の先端からそれぞれ伸びる一対の飛び出し端部とをそれぞれ有する一つの大セグメント331と一つの小セグメント332とからなる。これにより、ステータコイル3は、ステータコア1の一侧に全体としてリング状に存在する第一のコイルエンド部（頭部側コイルエンド）311と、ステータコア1の他側に全体としてリング状に存在する第二のコイルエンド（端部側コイルエンド）部312と、スロット内に存在するスロット導体部とに区分される。

【0046】

つまり、図1において、頭部側コイルエンド311は各セグメント33の上記頭部により構成され、端部側コイルエンド312は各セグメント33の上記飛び出し端部により構成されている。

【0047】

図1において、4セットのセグメントセット33が径方向へ順番に挿通されて

いる。3301は最も径方向内側のセグメントセット群S1の一つのセグメントセット33の頭部、3302は径方向内側から数えて2番目のセグメントセット群S2の一つのセグメントセット33の頭部、3303は径方向内側から数えて3番目のセグメントセット群S3の一つのセグメントセット33の頭部、3302は最も径方向外側のセグメントセット群S3の一つのセグメントセット33の頭部であり、径方向へ順番に4個並んだ頭部は、前述した頭部側コイルエンド311を構成している。ただし、図1では、図示簡単化のために端部側コイルエンド312は2つのセグメントセット群の径方向へ並んだ合計8本（4対）の飛び出し端部しか図示していない。

（セグメント33の説明）

セグメント（セグメントセット）33を図2を参照して説明する。

【0048】

セグメント（セグメントセット）33は、大きい大セグメント（大回りセグメントともいう）331と、小さい小セグメント（小回りセグメントともいう）332とを有している。この大セグメント331とこの大セグメント331が囲む小セグメント332とをセグメントセットと称する。

【0049】

大セグメント331において、331a、331bはスロット導体部、331cは頭部、331f、331gは飛び出し端部である。飛び出し端部331f、331gの先端部331d、331eは接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。スロット導体部331aを最内層のスロット導体部と称し、スロット導体部331bを最外層のスロット導体部と称する。

【0050】

小セグメント332において、332a、332bはスロット導体部、332cは頭部、332f、332gは飛び出し端部である。飛び出し端部332f、332gの先端部332d、332eは接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。スロット導体部332aを中内層のスロット導体部と称し、スロット導体部332bを中外層のスロット導体部と称する。

【0051】

符号' は、図示しない大セグメント又は小セグメントの符号' がない部分と同じ部分を示す。したがって、図2では、互いに径方向に隣接する接合部331dと接合部332d' とが溶接され、互いに径方向に隣接する接合部332dと接合部331d' とが溶接され、互いに径方向に隣接する接合部332eと接合部331e' とが溶接されている。

【0052】

図2では、最内層のスロット導体部331aと中内層のスロット導体部332aが、ロータコア71の所定のスロットに収容される場合、同一のセグメント331、332の最外層のスロット導体部331bと中外層のスロット導体部332bはこの所定のスロットから略所定奇数磁極ピッチT（たとえば1磁極ピッチ（電気角度 π ））離れたスロットに収容される。小セグメント332の頭部332cは大セグメント331の頭部331cに囲まれるようにして配置されている。

（スロット内のセグメントセット配置）

スロットのセグメントセットの配置状態を図3に示す。

【0053】

35はスロットである。スロット35には径方向へ16個の導体収容位置P1～P16が設定され、各導体収容位置P1～P16にはそれぞれ1個のスロット導体部が収容されている。各スロット35は、4セットのセグメントセット群S1～S4が径方向へ順番に収容し、導体収容位置P1～P4はセグメントセット群S1を、導体収容位置P4～P8はセグメントセット群S2を、導体収容位置P9～P12はセグメントセット群S3を、導体収容位置P13～P16はセグメントセット群S4を収容している。各セグメントセット群S1～S4はそれぞれ周方向へ配列された多数のセグメント33からなる。

【0054】

この最も内側のセグメントセット群S1を一例として詳しく説明すると、最内層のスロット導体部331aはステータコア32のスロット35の径方向最内側に配置され、以下、径方向外側へ順に、中内層のスロット導体部332a、中外層のスロット導体部332b'、最外層のスロット導体部331b'の順に配置

され、結局、各スロット 3 5 は 4 本のスロット導体部を 4 層 1 列に収容する。図 3 において、スロット導体部 3 3 2 b'、3 3 2 b' は、スロット導体部 3 3 2 a、3 3 1 a をもつ大セグメント 3 3 1、小セグメント 3 3 2 とは異なる大セグメント 3 3 1、小セグメント 3 3 2 に属している。他のセグメントセット S 2 ~ S 4 も上記と同様の配置、構成を持つことは言うまでもない。大セグメント 3 3 1 と小セグメント 3 3 2 とからなるセグメント（セグメントセット）3 3 をスロット 3 5 に挿通する状態を図 4 に示す。

（三相ステータコイルの構成の説明）

径方向に 4 セット配列されたセグメントセット群 S 1 ~ S 4 による三相ステータコイルの接続を図 9 を参照して以下に説明する。図 9 は U 相の相コイルを示す。

【 0 0 5 5 】

1 磁極ピッチ当たり 9 スロット（同相 3 スロット、3 相）、極数 1 2、スロット数 1 0 8 とされる。隣接 3 スロットは、同相の相電圧が印加される同相スロット群を構成している。1 スロットには上記したように 1 6 個の導体収容位置 P 1 ~ P 1 6 が径方向に形成され、各導体収容位置には 1 つのスロット導体部が収容される。

【 0 0 5 6 】

各スロットの径方向最内側から数えて 1 ~ 4 番目の 4 つの導体収容位置 P 1 ~ P 4 に収容されるセグメントセット群 S 1 は、波巻きなどにより接続されて第 1 の部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 1、U 2 1、U 3 1 はこの第 1 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 1、U 1 2、U 1 3 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 5 7 】

各スロットの径方向最内側から数えて 5 ~ 8 番目の 4 つの導体収容位置 P 5 ~ P 8 に収容されるセグメントセット群 S 2 は、波巻きなどにより接続されて第 2 の部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 2、U 2 2、U 3 2 はこの第 2 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 2、U 2 2、U 3 2 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収

容される。

【 0 0 5 8 】

各スロットの径方向最内側から数えて 9 ～ 1 2 番目の 4 つの導体収容位置 P 9 ～ P 1 2 に収容されるセグメントセット群 S 3 は、波巻きなどにより接続されて第 3 の部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 3、U 2 3、U 3 3 はこの第 3 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 3、U 2 3、U 3 3 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 5 9 】

各スロットの径方向最内側から数えて 1 3 ～ 1 6 番目の 4 つの導体収容位置 P 1 3 ～ P 1 6 に収容されるセグメントセット群 S 4 は、波巻きなどにより接続されて第 4 部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 4、U 2 4、U 3 4 はこの第 3 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 4、U 2 4、U 3 4 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 6 0 】

また、部分相コイル U 1 1、U 1 2、U 1 3、U 1 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて最初のスロットに収容され、部分相コイル U 2 1、U 2 2、U 2 3、U 2 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて中央のスロットに収容され、部分相コイル U 3 1、U 3 2、U 3 3、U 3 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて最後のスロットに収容される。

【 0 0 6 1 】

部分相コイル U 1 1、U 1 2、U 1 3、U 1 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路 U 1 を形成し、部分相コイル U 2 1、U 2 2、U 2 3、U 2 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路 U 2 を形成し、部分相コイル U 3 1、U 3 2、U 3 3、U 3 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路 U 3 を形成する。これらの径方向に隣接する部分相コイル同士の接続は、従来より公知であるように

径方向に隣接する 2 つの部分相コイルの空きの導体收容位置の一つ同士に異形の U 字状セグメントを挿入して接続される。

【 0 0 6 2 】

たとえば、部分相コイル U 1 2 は、通常のセグメント（好ましくは大回りセグメント）を一つ抜くことによりできた一対の空きの導体收容位置の一つと、同様に部分相コイル U 1 3 に形成された空きの導体收容位置の一つとにこの異形の U 字状のセグメントを挿入して、部分相コイル U 1 2、U 1 3 を接続することができる。

【 0 0 6 3 】

また、部分相コイル U 1 2 の残りの一つの空きの導体收容位置と、同様に部分相コイル U 1 1 に形成された空きの導体收容位置の一つとにこの異形の U 字状のセグメントを挿入して、部分相コイル U 1 2、U 1 3 を接続することができる。

【 0 0 6 4 】

部分相コイル U 1 1 の残る一つの空きの導体收容位置には中性点用（引き出し端子用でも良い）の異形セグメントが挿入され、同様に、部分相コイル U 1 4 の残る一つの空きの導体收容位置には引き出し端子用（中性点用でも良い）の異形セグメントが挿入される。

【 0 0 6 5 】

直列相コイル回路 U 1、U 2、U 3 は、両端同士が接続されて並列接続され、U 相の相コイルを形成する。

【 0 0 6 6 】

以下、通常のセグメント順次接合ステータコイルの標準製造プロセスをまず最初に説明し、その後、この実施例特有の製造工程を説明する。

（標準の頭部捻り工程）

まず、必要本数の小セグメント 3 3 2 と大セグメント 3 3 1 との展開前の形状をもつ 2 種類の松葉状セグメントを準備する。これらの松葉状セグメントの両脚部は、互いに略隣接して直線状に延在しており、その頭部は鋭く屈曲している。次に、松葉状セグメントを U 字状セグメントに加工してセグメントの一対のスロット導体部を周方向へ互いに略磁極ピッチ離れさせるとともに必要数のセグメント

をステータコアの各スロットに同時挿通できるようにそれらを空間配置（周方向へ整列）させる工程が次のように行われる。

【 0 0 6 7 】

この頭部捻り工程を図 5、図 6 を参照して以下に説明する。

【 0 0 6 8 】

この頭部捻り工程におけるセグメント挿入前の状態を図 5 に示す。図 5 において、1 0 は頭部捻り装置、1 1 は小リング、1 2 は大リングであり、両者は相対回転可能に同軸配置されている。大リング 1 1 にはそれぞれ径方向へ並んだ一対の孔 1 2 1、1 2 2 が周方向所定ピッチで設けられ、小リング 1 2 には孔 1 2 1、1 2 2 と周方向等ピッチで径方向へ並んだ一対の孔 1 1 1、1 1 2 が設けられている。孔 1 1 1 ~ 1 1 4 は径方向へ一列に並んでいる。大回りセグメント（大セグメント）3 3 1 の両スロット導体部を、最も内側の孔 1 1 1 と最も外側の孔 1 2 2 に挿入し、小回りセグメント（小セグメント）3 3 2 の両スロット導体部は、最も内側の孔 1 1 1 の外側の孔 1 1 2 と、最も外側の孔 1 2 2 の内側の孔 1 2 1 とに挿入する。

【 0 0 6 9 】

図 6 は、すべての大セグメント 3 3 1 とすべての小セグメント 3 3 2 とを小リング 1 1 と大リング 1 2 との孔 1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2 に嵌挿した状態を示す。図 6 において、1 6 は小リング 1 1 と大リング 1 2 の軸方向上方に配置された頭部押さえプレートである。頭部押さえプレート 1 6 の下端面には、同一周方向位置の大セグメント 3 3 1 の頭部の頂部と小セグメント 3 3 2 の頭部の頂部とのペアを、周方向両側から挟む一対の爪部（一つのみ図示）1 6 0 を有している。すなわち、各セグメント 3 3 を孔 1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2 に挿入した後、押さえプレート 1 6 が降下して、各対の爪部 1 6 0 が、周方向同位置の大セグメント 3 3 1 の頭部の頂部と小セグメント 3 3 2 の頭部の頂部とを周方向両側から挟む。

【 0 0 7 0 】

その後、大リング 1 2 及び小リング 1 1 とを、静止するこの頭部押さえプレート 1 6 に対して半磁極ピッチだけ互いに逆方向に回動される。これにより、すべ

てのセグメント 33 の日本の脚部は周方向 1 磁極ピッチだけ周方向に展開される。

【0071】

リング 11、12 の回動時に、セグメント 33 の頭部の頂部はリング 11、12 の回動とともにリング 11、12 にむけて軸方向に変位するので、頭部押さえプレート 16 はそれに合わせて軸方向に変位させる。17 は、大セグメント 331、小セグメント 332 が深く落下しないように規制する規制プレートである。規制プレート 17 を、径方向外側の 2 つの脚部が載置される外側規制プレートと、径方向内側の 2 つの脚部が載置される内側規制プレートとに分割し、この内側規制プレートをリング 11 に固定してリング 11 と一体に回動させ、この外側規制プレートをリング 12 に固定してリング 12 と一体に回動させてもよい。

【0072】

次に、頭部押さえプレート 16 により各セグメント 33 を保持したまま、小リング 11 と大リング 12 とを各セグメント 33 から離脱させる。

（標準の端部挿入工程）

次に、小回り状の U 字状セグメント 332 を上記両穴付きリングから抜き出して、図 4 に一部示すようにステータコア 1 のスロット 35 の中内層位置及び中外層位置に挿通し、大回り状の U 字状セグメント 331 を上記両穴付きリングから抜き出して、ステータコア 1 のスロット 35 の最内層位置及び最外層位置に挿通する。この時、上記頭部押さえプレート 16 で各セグメントがばらけないように保持することにより、各セグメントを一挙に各スロット 35 に挿通することができる。その後、この頭部押さえプレート 16 は取り外される。

【0073】

なお、上記した小回り状の U 字状セグメント 332、大回り状の U 字状セグメント 331 のステータコアのスロット 35 へ挿通するまでの工程は上記に限られるものではなく、上記した他に種々採用することができる。

（標準の端部捻り工程）

上記のようにスロットに挿通されたセグメント 33 の端部の捻り成形工程を以下に説明する。

【0074】

この実施例では、大セグメント331の最外層スロット導体部331bに連なる端部331g（外層側端部ともいう）は周方向一方側に捻られ、大セグメント331の最内層スロット導体部331aに連なる端部331f（内層側端部ともいう）は周方向他方側に捻られている。小セグメント332の中内層のスロット導体部332aに連なる端部332f（内層側端部ともいう）は周方向一方側に捻られ、小セグメント332の中外層のスロット導体部332bに連なる端部332g（外層側端部ともいう）は周方向他方側に捻られている。導体部331fと332fとの周方向捻り量の合計は1磁極ピッチとされ、導体部331gと332gとの周方向捻り量の合計は1磁極ピッチとされている。

【0075】

上記した大セグメント331および小セグメント332からなるセグメントセットの捻り加工を図7、図8を参照して更に詳しく説明する。図7はステータコイル捻り装置500の模式縦断面図、図8は図7におけるA-A断面矢視図である。

【0076】

まず、ステータコイル捻り装置500の構成を説明する。

【0077】

ステータコイル捻り装置500は、ステータコア1の外周部を受けるワーク受け51、ステータコア32の径方向の動きを規制して保持するクランパ52、ステータコア32の浮き上がりを防止するワーク押さえ53、ステータコア32の一端から出たセグメント33の飛び出し脚部を捻るための捻り整形部54、捻り整形部54を軸方向に駆動するための昇降用シャフト54a、捻り整形部54を周方向に回転駆動する回転駆動機構541a～544a、昇降用シャフト54aを軸方向に移動するための昇降駆動機構54b、及び、回転駆動機構541a～544aと昇降駆動機構54bとを制御するコントローラ55を備えている。

【0078】

捻り整形部54は、同心状に配置された4つの円筒状の捻り治具541～544がそれらの先端面を揃えて配置されている。各捻り治具541～544は回転

駆動機構 5 4 1 a ~ 5 4 4 a により独立に回転可能とされ、かつ、昇降駆動機構 5 4 b により昇降用シャフト 5 4 a を昇降することにより同時に昇降可能となっている。

【 0 0 7 9 】

図 8 に示されているように、捻り治具 5 4 1 ~ 5 4 4 の先端面には、挿入されたセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g の各先端（接合部）を保持するセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b が穿設されている。このセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b は、ステータコア 1 のスロット 3 5 の総数に等しい数だけ各捻り治具 5 4 1 ~ 5 4 4 の周方向に並べて形成されている。

【 0 0 8 0 】

セグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b は、図 8 に示すように、互いに径方向に隣接するセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b 同士の連通を防止するための隔壁 5 4 1 c ~ 5 4 4 c、5 4 2 d、5 4 3 d が設けられている。隔壁 5 4 1 c ~ 5 4 4 c、5 4 2 d、5 4 3 d の厚みは、径方向外側から数えて 1 層目と 2 層目との間の隔壁 5 4 1 c、5 4 2 c で形成される間隔 d 1 及び 3 層目と 4 層目の間の隔壁 5 4 3 c、5 4 4 c で形成される間隔 d 3 よりも、2 層目と 3 層目との間の隔壁 5 4 2 d、5 4 3 d で形成される間隔 d 2 の方が大きくなるように設定されている。

【 0 0 8 1 】

次に、ステータコイル捻り装置 5 0 0 の作動を説明する。

【 0 0 8 2 】

スロット 3 5 内にセグメント 3 3 が配置されたステータコア 3 2 をワーク受け 5 1 にセットする。次に、ステータコア 3 2 の外周部をクランパ 5 2 に固定する。その後、ワーク押さえ 5 3 でステータコア 3 2 の上部及び大セグメント 3 3 1 の頭部 3 3 1 c を押さえることにより、ステータコア 3 2 及びセグメント 3 3 の上下方向の動きを規制する。

【 0 0 8 3 】

セグメント 3 3 が配置されたステータコア 3 2 をクランパ 5 2 及びワーク受け 5 3 により固定した後、昇降用シャフト 5 4 a によって捻り整形部 5 4 を上昇さ

せ、各捻り治具 5 4 1 ~ 5 4 4 に形成されたセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b にセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を挿入する。

【0084】

セグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b にはセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g の先端すなわち後に接合部となる部分だけが挿入可能となっている。セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g はテーパ状に形成されているため、セグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b にスムーズに挿入されることができる。

【0085】

セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を捻り整形部 5 4 のセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b に挿入した後、捻り整形部 5 4 は、回転駆動機構 5 4 1 a ~ 5 4 4 a および昇降駆動機構 5 4 b により回転され、昇降される。

【0086】

次に、捻り整形部 5 4 の回転について説明する。

【0087】

捻り治具 5 4 1 および治具 5 4 3 を時計回り方向に第一の角度だけ回転させ、捻り治具 5 4 2 および捻り治具 5 4 4 を反時計回り方向に第二の角度だけ回転させる。この時、第一の角度と第二の角度の大きさは等しくなくてもよく、両者の合計が必要なスロットピッチとなればよい。

【0088】

その後、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g のうちスロット 3 5 の出口からセグメント挿入部 5 4 1 b ~ 5 4 4 b の入口までの部分の長さを一定に保つように、昇降駆動機構 5 4 b および回転駆動機構 5 4 1 a ~ 5 4 4 a を制御しながら捻り整形部 5 4 を回転しながら上昇させる。この時、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g は円弧状の軌跡を描くように回転しながら上昇することが好ましい。この円弧状の軌跡を描く捻りは、スプリングバックによるセグメント 3 3 の変形を防止するため、半磁極ピ

ッチ ($T/2$) に相当する角度を所定量超えた角度まで行われることが好ましい。

【0089】

その後、昇降駆動機構 54 b および回転駆動機構 54 1 a ~ 54 4 a を上記前工程と逆向きの回転させ、下降させる。このようにして、セグメント 33 の捻り行程を終了し、捻り整形部 54 を下降させて捻り治具 54 1 ~ 54 4 のセグメント挿入部 54 1 b ~ 54 4 b からセグメント 33 の端部 33 1 f、33 1 g、33 2 f、33 2 g を取り外す。セグメント 33 が外された捻り整形部 54 は回転駆動機構 54 1 a ~ 54 4 a によって回転され、原位置に戻される。最後に、クランプ 52 及びワーク押さえ 53 が外され、セグメント 33 に捻りが加えられたステータが取り出される。

【0090】

結局、この捻り工程は、まずセグメント 33 の端部を周方向にのみ回転変位させてセグメント 33 を周方向に倒し、続いてセグメント 33 の端部を周方向並びに軸方向に変位させてセグメント 33 を深く傾け、その後、所定の加工量を超えてセグメント 33 の端部を周方向ならびに軸方向に変位させてセグメント 33 を過剰に深く傾け、その後でセグメント 33 の端部を所定の加工量まで戻すことにより行われる。

【0091】

捻り整形部 54 はステータコア 32 に対して周方向だけでなく軸方向にも相対移動する。そのため、セグメント 33 の端部 33 1 f、33 1 g、33 2 f、33 2 g のうち、スロット 35 の出口からセグメント挿入部 54 1 b ~ 54 4 b の入口までの部分、すなわち、端部 33 1 f、33 1 g、33 2 f、33 2 g からその端部先端（接合部）33 1 d、33 1 e、33 2 d、33 2 e の長さを差し引いた長さを一定に保つように、セグメント 33 の端部 33 1 f、33 1 g、33 2 f、33 2 g が円弧状の軌跡を描くように捻じることができ、これにより、セグメント 33 がセグメント挿入部 54 1 b ~ 54 4 b から抜け出るのを防止することができる。

【0092】

また、セグメント 3 3 の端部先端（接合部）3 3 1 d、3 3 1 e、3 3 2 d、3 3 2 e のみが、セグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b に挿入されており、また、前述と同様にセグメント 3 3 がセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b から抜けることはない。

（標準の溶接工程）

次に行う標準の溶接工程を以下に説明する。この工程は本質的に従来と同じである。

【 0 0 9 3 】

上記セグメントの端部の捻りの後、図 1、図 2 に示すように、径方向内側から 1 層目と 2 層目の端部先端部（接合部）が溶接され、径方向内側から 3 層目と 4 層目の端部先端部（接合部）が溶接されて、ステータコイル 3 1 が完成される。溶接には、アーク溶接が用いられる。

（この実施例の特徴をなす頭部捻り工程の説明）

次に、この実施例の特徴をなす頭部捻り工程を以下に説明する。なお、以下の説明において用いる符号が上記実施例で用いた符号と重複する場合でも、技術的に無関係である場合もあるものとする。

（頭部曲げ工程の実施態様 1）

図 1 0 を参照して、この実施態様の頭部捻り工程を説明する。

【 0 0 9 4 】

1 0 は、図 6 に示す頭部捻り装置と基本的に同一の頭部捻り加工を行う頭部捻り装置であり、基本的な動作は同じであるので、異なる点のみを以下に説明する。

【 0 0 9 5 】

主要な変更点は、この実施例の頭部押さえプレート 1 6 が回動自在となっていることである。図 1 0 において、更に詳しく説明すると、1 6 0 0 は頭部押さえ装置（本発明で言う頭部押さえ部材）部材であり、リング 1 1、1 2 を有するセグメント回動装置 2 0 0 0 と軸心同一に対面している。1 6 0 1 は図示しないシリンダにより昇降する昇降筒であり、昇降筒 1 6 0 1 は、その下面に隣接してラストベアリング 1 6 c、1 6 d を介して頭部押さえプレート 1 6 が回転自在に保

持している。スラストベアリング 1 6 c は頭部押さえプレート 1 6 の重量を保持するためのものであり、スラストベアリング 1 6 d は頭部押さえプレート 1 6 がセグメント 3 3 の頭部を押さえる時に反力に関わらず頭部押さえプレート 1 6 の回動を可能とするためのものである。

【 0 0 9 6 】

頭部押さえプレート 1 6 は、セグメント 3 3 の頭部先端部 3 3 a の上方に位置して前述の爪部 1 6 0 を有している。1 6 a は側面が内側テーパ面となる切頭円錐体であり、セグメント展開時にセグメント 3 3 の頭部が径方向内側にはみ出すのを抑止するためのものである。1 6 3 は円筒部材であって、セグメント展開時にセグメント 3 3 の頭部が径方向外側にはみ出すのを抑止するためのものである。

【 0 0 9 7 】

セグメント 3 3 は、大セグメント 3 3 1 と小セグメント 3 3 2 とからなるセグメントセットであって、セグメント 3 3 のうち、リング 1 1、1 2 に保持される部分及びリング 1 1、1 2 から下方に突出して円盤状の規制プレート 1 7 の上面に接する部分は、セグメント 3 3 の脚部 3 3 c と呼称され、セグメント 3 3 の U 字状の頭部先端部 3 3 a と脚部 3 3 c との間に位置して脚部 3 3 c と同一直線上に延在してリング 1 1、1 2 の上方に突出している部分を頭部斜行部用直線部 3 3 b と称する。頭部斜行部用直線部 3 3 b は、この装置 1 0 により捻られて頭部斜行部となる。

(動作)

頭部押さえ装置（本発明で言う頭部押さえ部材）部材 1 6 0 0 を下降し、規制プレート 1 7 を上昇させて、爪部 1 6 0 によりセグメントセット 3 3 の頭部先端部を周方向に挟持させ、頭部斜行部用直線部 3 3 b の長さを所定必要長さだけ確保した状態で、リング 1 1、1 2 を互いに逆方向へ半磁極ピッチだけそれぞれ回動させ、頭部斜行部用直線部 3 3 b を周方向へ捻り、頭部斜行部とする。この捻りにより、頭部斜行部の軸方向長さが縮小するが、頭部押さえプレート 1 6 は所定の付勢力で下方に付勢されているので、爪部 1 6 0 は常にセグメントセット 3 3 の頭部先端部 3 3 a を挟持することができるとともに、爪部 1 6 0 の側面は

、セグメントセット 3 3 の頭部先端部 3 3 a が軸方向に見た場合に径方向から周方向へ曲がるのをガイドする。

【 0 0 9 8 】

捻られた頭部先端部 3 3 a を軸方向に俯瞰した状態を図 1 1 に示す。3 0 0 0 は、リング 1 1、1 2 に設けられた脚部収容部であり、脚部収容部 3 0 0 0 には、径方向へ順番に配置された 4 つのセグメントセット S 1 ～ S 4 の合計 1 6 本の脚部が軸方向に挿通されている。脚部収容部 3 0 0 0 はステータコア 1 のスロットと等しい数だけ一定ピッチで配置されている。前述したように、これら 1 6 本の脚部は、それぞれリング 1 1、1 2 からなる 4 対のリング対（図示せず）の各リングにより図 1 0 と同様に保持されている。なお、図 1 0 では、説明を簡単にするために、一对のリング対のみ表示されている。

【 0 0 9 9 】

もちろん、径方向に順番に並ぶ 4 つのセグメントセット S 1 ～ S 4 を別々に捻るようにしてもよく、この場合には、頭部捻り装置 1 0 の構造は図 1 0 に示すようになる。

【 0 1 0 0 】

図 1 0 において、X は頭部押さえプレート 1 6 を回動しない場合における頭部先端部 3 3 a の中心点であり、Y は頭部押さえプレート 1 6 を回動する場合における頭部先端部 3 3 a の中心点である。

【 0 1 0 1 】

前述したように、爪部 1 6 0 および頭部押さえプレート 1 6 がリング回動時にセグメント 3 3 から受けるトルクによりこのトルクを解消するべく自由回動するので、爪部および頭部押さえ部材を回動させない場合に比較して、爪部によりセグメントの頭部先端部の絶縁皮膜が受けるストレスは大幅に小さくなり、セグメントの電気絶縁性の低下を防止することができる。

【 0 1 0 2 】

更に説明すると、上記ストレスは、リング 1 1、1 2 により保持されて周方向逆向きに引っ張られるセグメント 3 3 の一对の脚部 3 3 c のうち、外側の脚部 3 3 c が内側の脚部 3 3 c よりも長い走行距離を走行するため、外側の脚部 3 3 c に

連なる頭部斜行部用直線部 3 3 b は、内側の脚部 3 3 c に連なる頭部斜行部用直線部 3 3 b よりも強く、外側の脚部 3 3 c の進行方向（図 1 1 では時計方向）に引っ張られ、これにより、頭部斜行部用直線部 3 3 b には時計方向にずれようとする力（トルク）が働く。なお、図 1 0 において、3 3 0 c、3 3 0 c' は径方向最も外側のセグメントセット 3 3 における大回りセグメント 3 3 1 の一对の脚部を示す。

【0 1 0 3】

しかし、この実施態様では、頭部押さえプレート 1 6 及び爪部 1 6 0 は回動自在であるので、上記力（トルク）により頭部押さえプレート 1 6 及び爪部 1 6 0 は回動し、この回動により頭部先端部の中心点が上記 X から上記 Y にずれるため、爪部 1 6 0 の側面に対して頭部先端部 3 3 a や頭部斜行部用直線部 3 3 b が時計方向にずれようとすることがなく、表面の絶縁皮膜がこのずれにより損傷することが防止され、セグメントセット 3 3 の電気絶縁性を良好に確保することができる。

【0 1 0 4】

（変形態様）

上記実施例では、頭部押さえプレート 1 6 及び爪部 1 6 0 を回動自在としたが、これら頭部押さえプレート 1 6 及び爪部 1 6 0 をリング 1 1、1 2 の回動に合わせて上記 X と Y との角度差だけ強制回動させてもよい。

【0 1 0 5】

（変形態様）

上記実施例では、リング 1 1、1 2 の回動角度がそれぞれ半磁極ピッチと等しいために上記ストレスが生じた。そこで、展開前のセグメントセット 3 3 の頭部先端部の中心を上記 Y の位置に予めセットしておき、外側のリング 1 1 2 を半磁極ピッチより角度 $\Delta Y - X$ だけ少なく回し、内側のリング 1 1 2 を半磁極ピッチより角度 $\Delta Y - X$ だけ多く回してもよい。

【0 1 0 6】

なお、図 1 1 において、実線はこの変形態様による頭部先端部 3 3 a の捻り形状を、破線は従来のそれを示す。

(頭部曲げ工程の実施態様2)

図12を参照して、この実施態様の頭部捻り工程を説明する。

【0107】

用いる頭部捻り装置は、図6と同じである。

【0108】

ただし、セグメントセット33の頭部先端部33aを周方向に挟持する爪部160の側面形状のみが変更されている。

【0109】

この実施態様における爪部160の径方向断面形状を図12に示す。

【0110】

1601は、面取り側面1601aが頭部先端部33aと外側の頭部斜行部用直線部33bとの境界部に接する爪部160であり、1602は、面取り側面1602aが頭部先端部33aと内側の頭部斜行部用直線部33bとの境界部に接する爪部160である。

【0111】

爪部1601は、リング12の回動により外側の頭部斜行部用直線部33bが時計方向に引っ張られるため、この外側の頭部斜行部用直線部33b又は頭部先端部33aのうち外側の頭部斜行部用直線部33b寄りの部分により径方向内側へ付勢される。

【0112】

爪部1602は、リング11の回動により内側の頭部斜行部用直線部33bが反時計方向に引っ張られるため、この内側の頭部斜行部用直線部33b又は頭部先端部33aのうち内側の頭部斜行部用直線部33b寄りの部分により径方向外側へ付勢される。

【0113】

爪部1601の面取り側面(接触側面)1601aは、爪部1602の面取り側面(接触側面)1602aよりも大きく面取りされている。

【0114】

これにより、リング11、12の回動角度の絶対値が等しいにもかかわらず、

外側の頭部斜行部用直線部 3 3 b の必要変形全長を内側の頭部斜行部用直線部 3 3 b のそれに対して略等しくすることができ、外側の頭部斜行部用直線部 3 3 b が内側の頭部斜行部用直線部 3 3 b を周方向に引っ張るのを防止することができる
うえ、頭部先端部 3 3 a と外側の頭部斜行部用直線部 3 3 b との境界部（面取り側面 1 6 0 1 a に接触する部分）における曲率半径を、頭部先端部 3 3 a と内側の頭部斜行部用直線部 3 3 b との境界部（面取り側面 1 6 0 2 b に接触する部分）における曲率半径よりも大きくすることができるので、従来においてこの部分（面取り側面 1 6 0 1 a に接触する部分）の絶縁皮膜に生じていた大きなストレスを大幅に低減することができ、絶縁性に優れたステータコイルを実現することができる。

【 0 1 1 5 】

なお、図 1. 2 において、実線はこの変形態様による頭部先端部 3 3 a の捻り形状を、破線は従来のそれを示す。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例 1 の車両用走行モータの縦断面図である。

【図 2】 図 1 のセグメントの模式斜視図である。

【図 3】 図 1 のステータコアの径方向部分断面図である。

【図 4】 セグメントセットをスロットに挿通する直前の状態を示す模式斜視図である。

【図 5】 セグメントの頭部捻り装置のリングに挿通する状態を示す模式断面図である。

【図 6】 頭部捻り装置の模式縦断面図である。

【図 7】 端部捻り装置の模式縦断面図である。

【図 8】 端部捻り装置のリングの平面図である。

【図 9】 ステータコイルの U 相結線図である。

【図 1 0】 好適な実施態様における頭部側コイルエンドの捻り処理を示す径方向模式部分断面図である。

【図 1 1】 図 1 0 の頭部捻り工程によるセグメントの頭部先端部の中心位置のずれを説明する説明図である。

【図 1 2】 変形態様におけるセグメントの頭部先端部及び爪部の接触側面の面取り形状を示す説明図である。

【図 1 3】 従来のセグメントセットの頭部側コイルエンドを示す径方向模式断面図である。

【符号の説明】

1 ステータコア

3 ステータコイル

3 3 セグメント (セグメントセット)

3 3 1 大セグメント (大回りセグメント)

3 3 1 a、3 3 1 b 大セグメント 3 3 1 のスロット導体部

3 3 1 c 大セグメント 3 3 1 の頭部

3 3 1 f、3 3 1 g 大セグメント 3 3 1 の飛び出し端部 (端部斜行部)

3 3 1 d、3 3 1 e 大セグメント 3 3 1 の端部先端部

3 3 2 小セグメント (小回りセグメント)

3 3 2 a、3 3 2 b 小回りセグメント 3 3 2 のスロット導体部

3 3 2 c 小回りセグメント 3 3 2 の頭部

3 3 2 f、3 3 2 g 小回りセグメント 3 3 2 の飛び出し端部

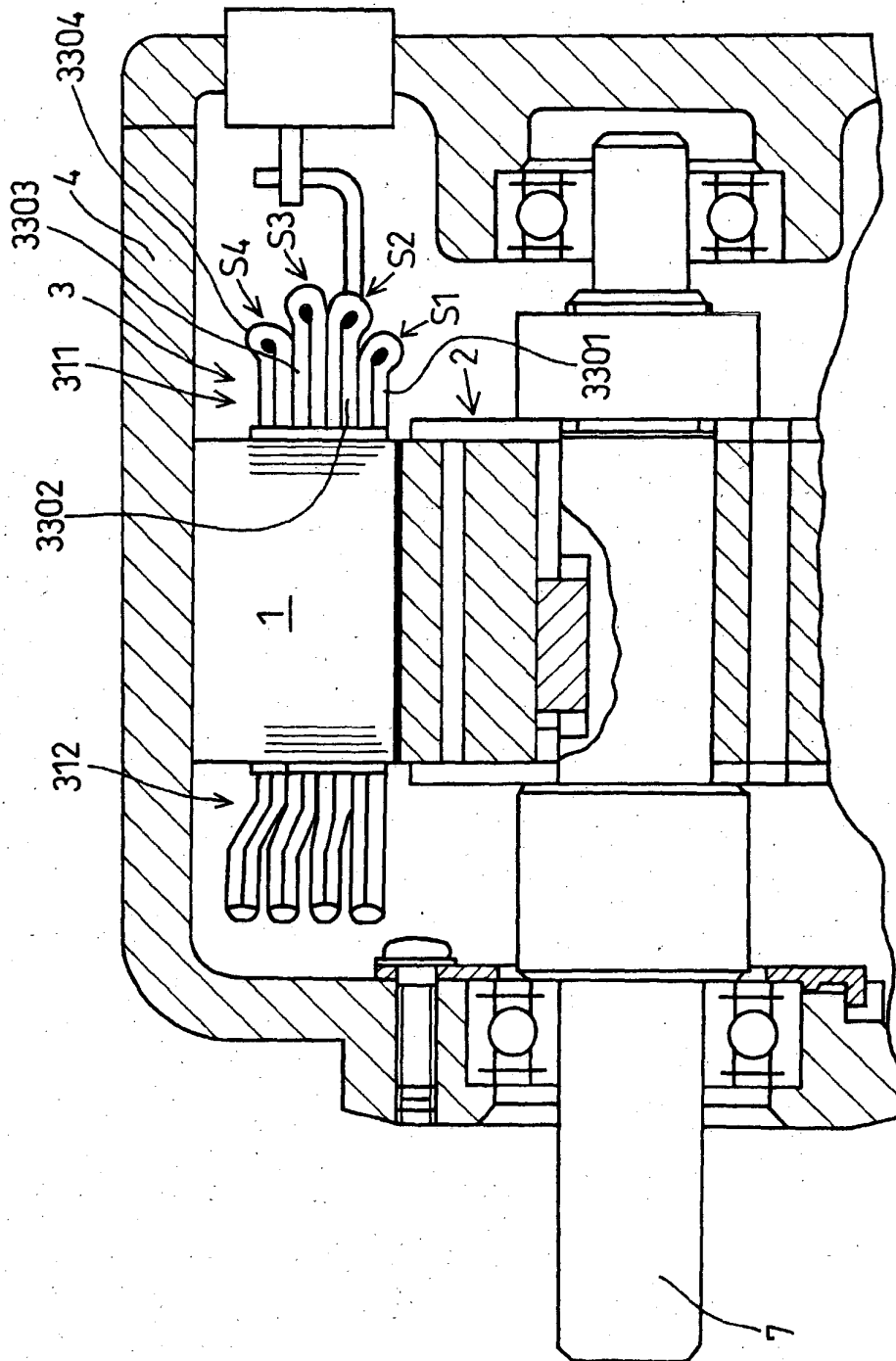
3 3 2 d、3 3 2 e 小回りセグメント 3 3 2 の端部先端部

3 5 スロット

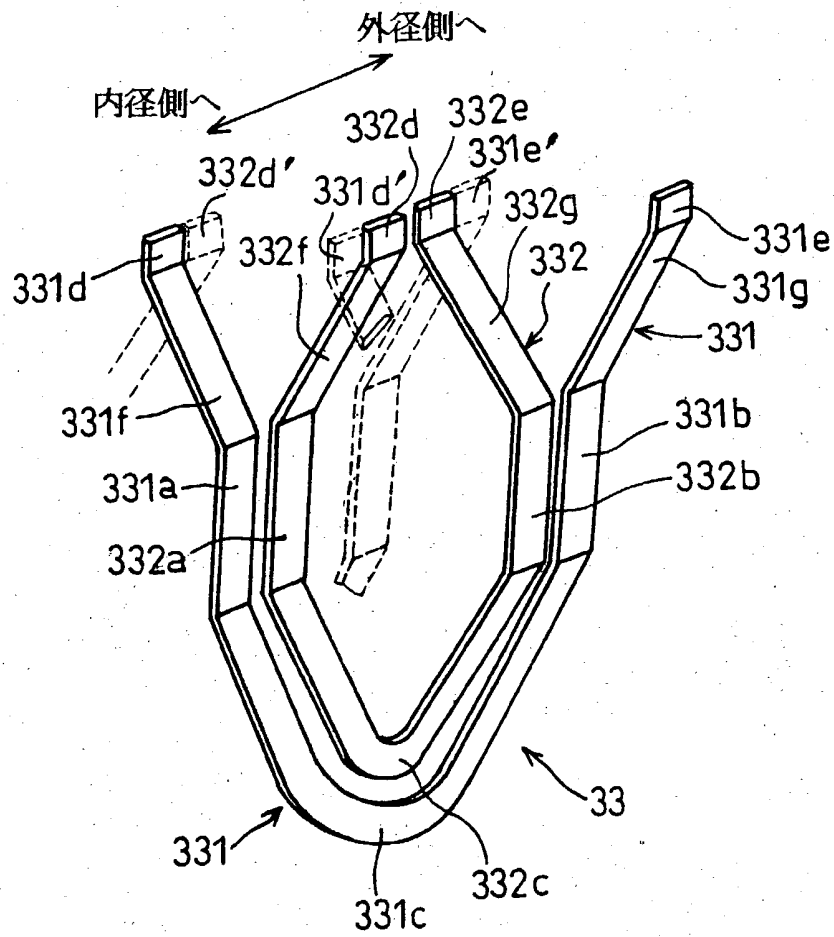
【書類名】

図面

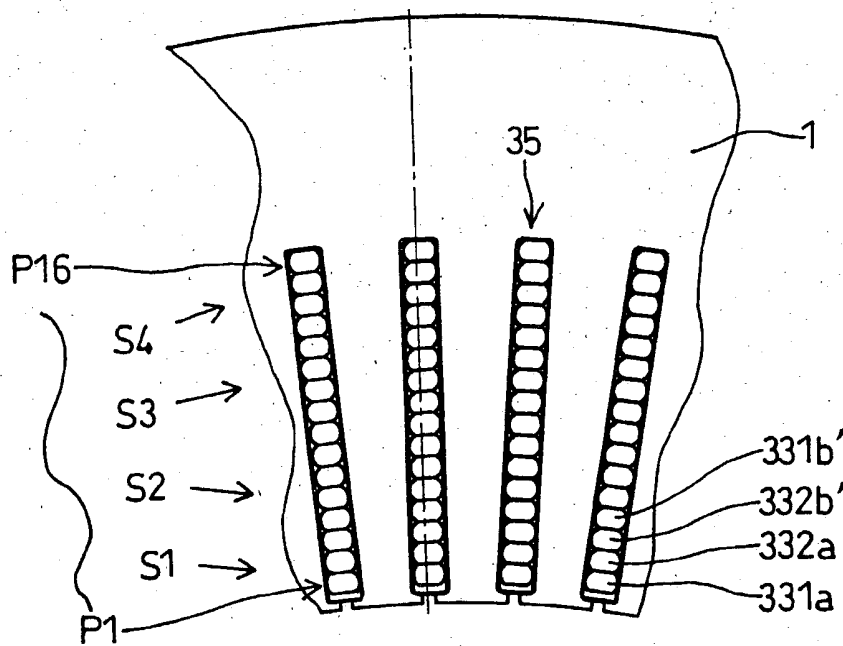
【図1】



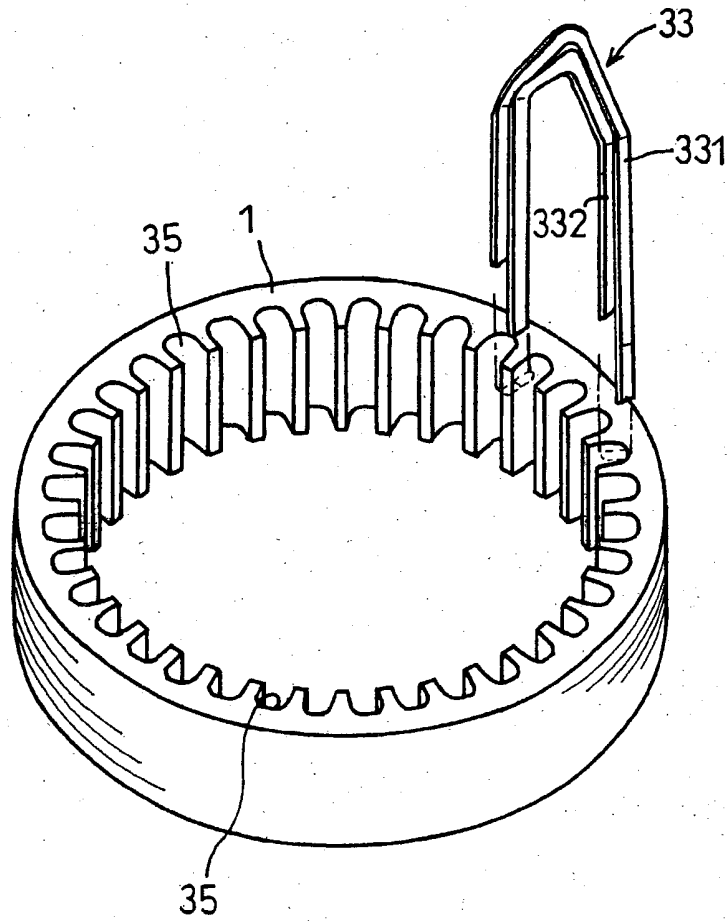
【図 2】



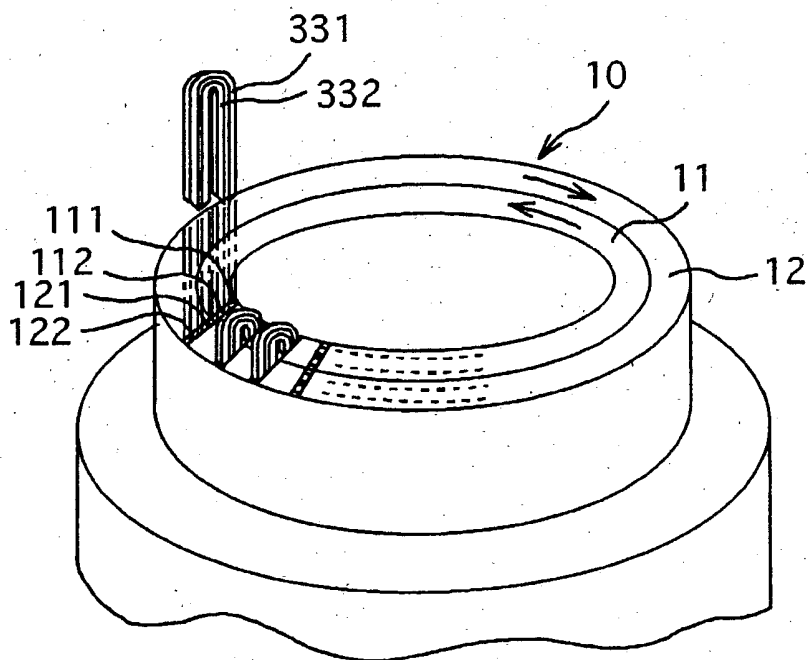
【図 3】



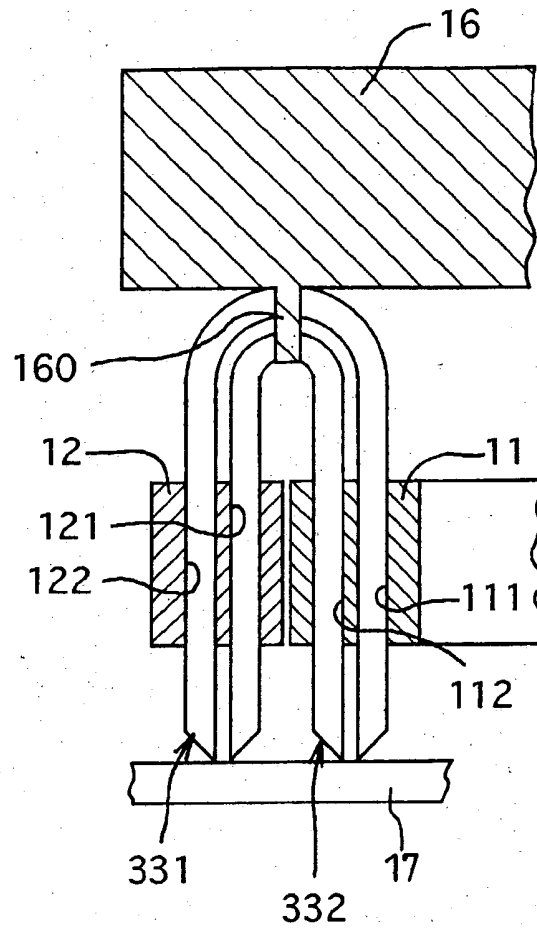
【図4】



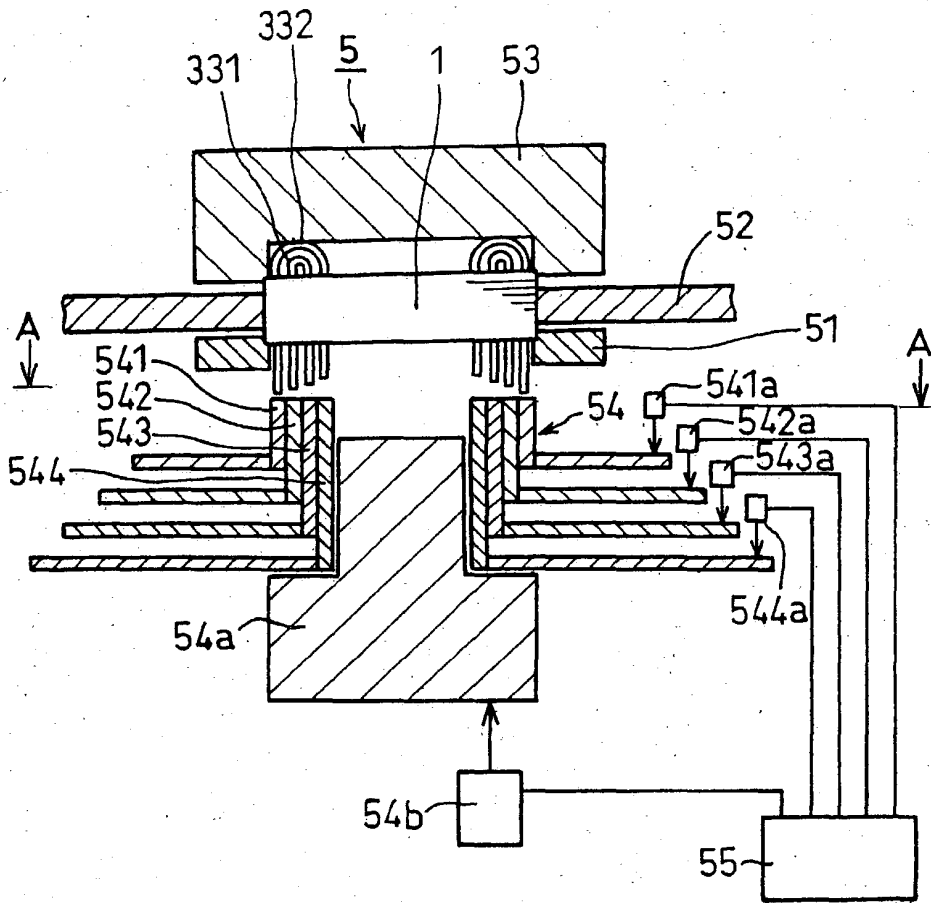
【図5】



【図 6】

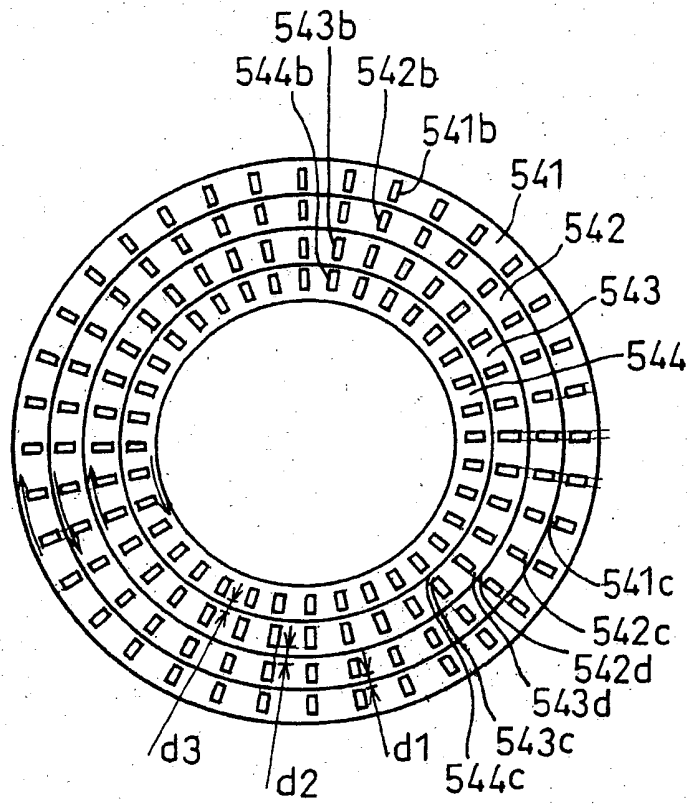


【図 7】

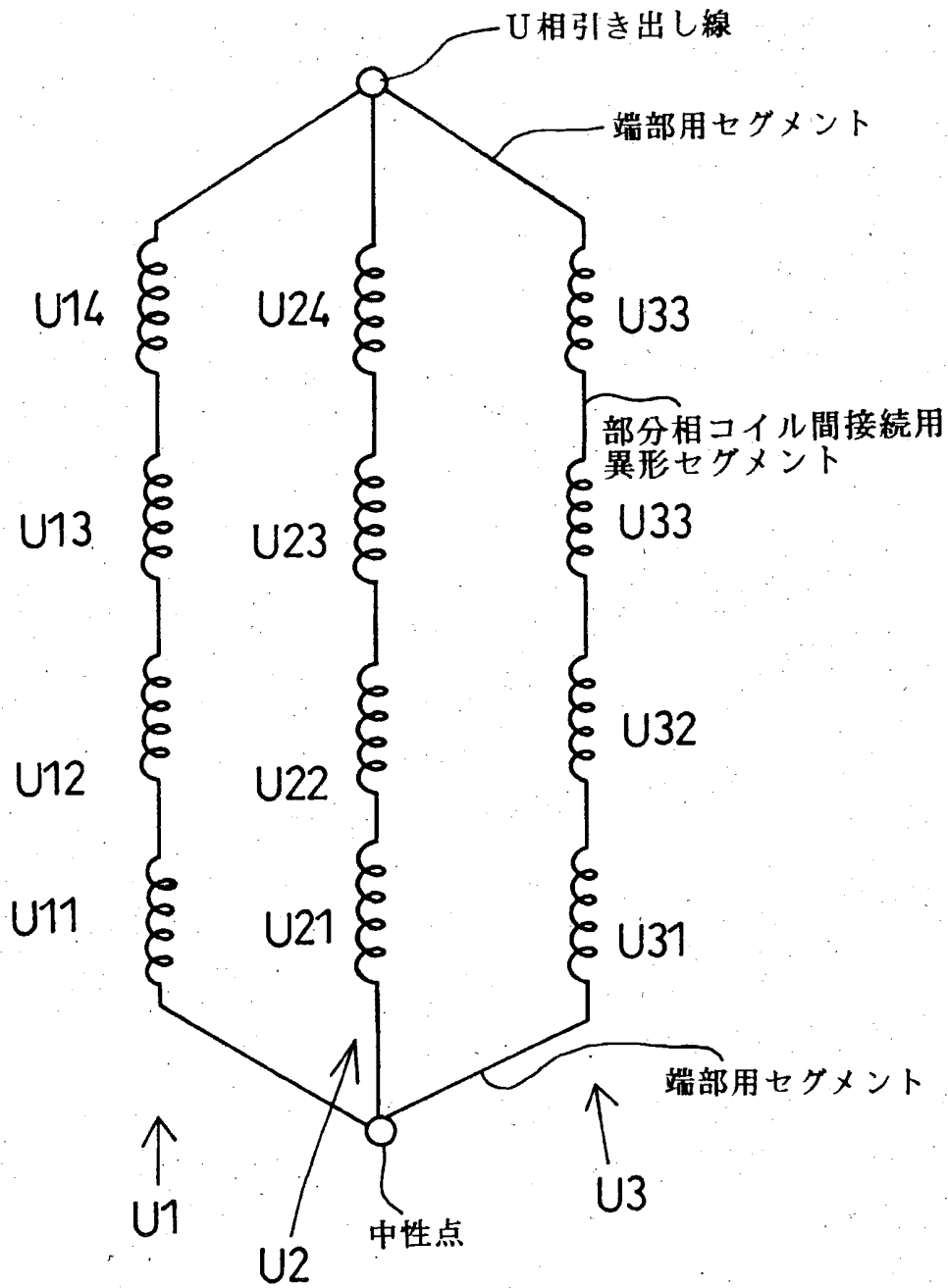


- | | |
|---------------|------------------|
| 1:ステータコア | 541～ 544:捻り治具 |
| 5:ステータコイル捻り装置 | 541a～544a:回転駆動機構 |
| 51:ワーク受け | 54a:昇降用シャフト |
| 52:クランプ | 54a:昇降駆動機構 |
| 53:ワーク押さえ | 55:コントローラ |
| 54:捻り整形部 | |

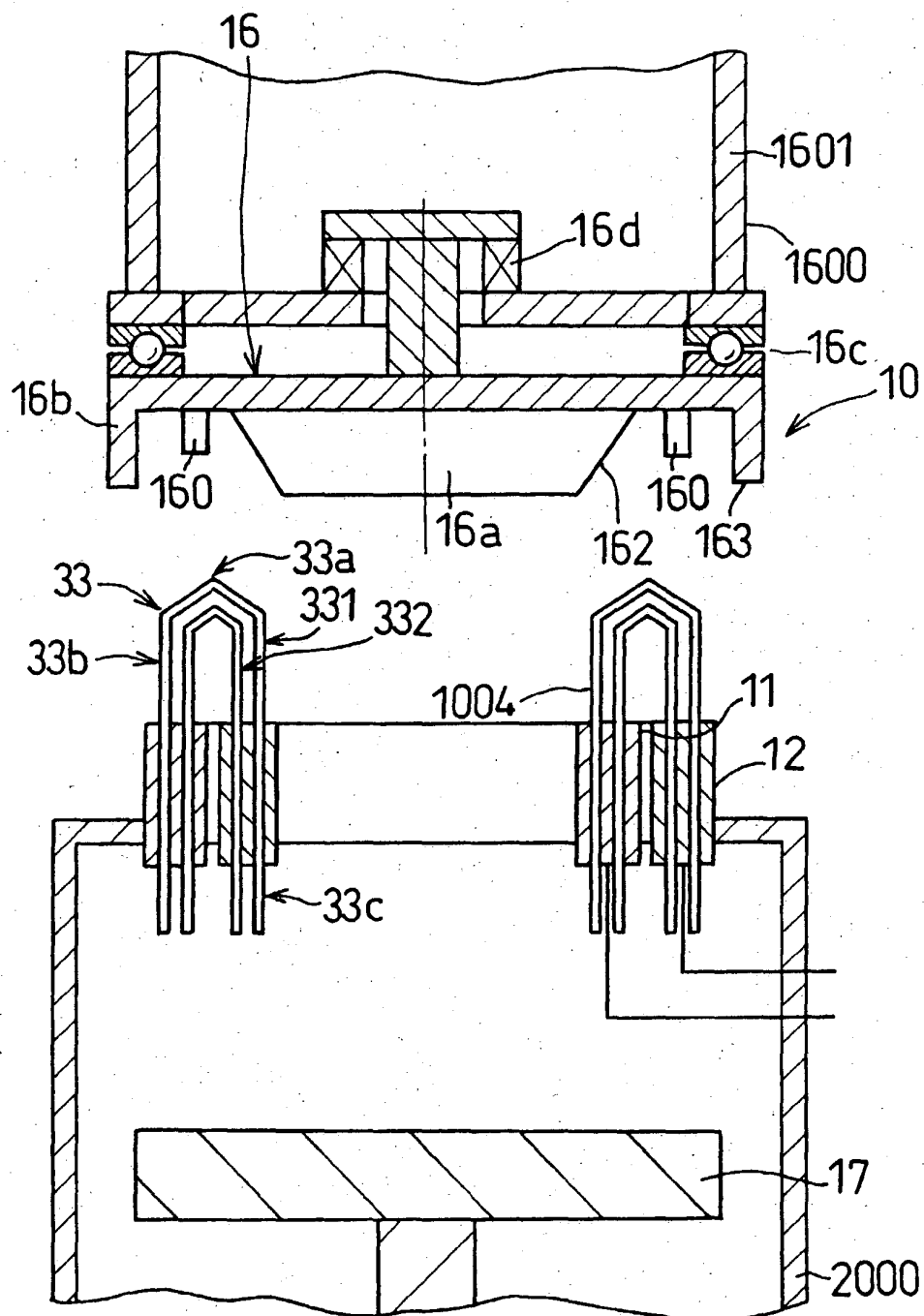
【図 8】



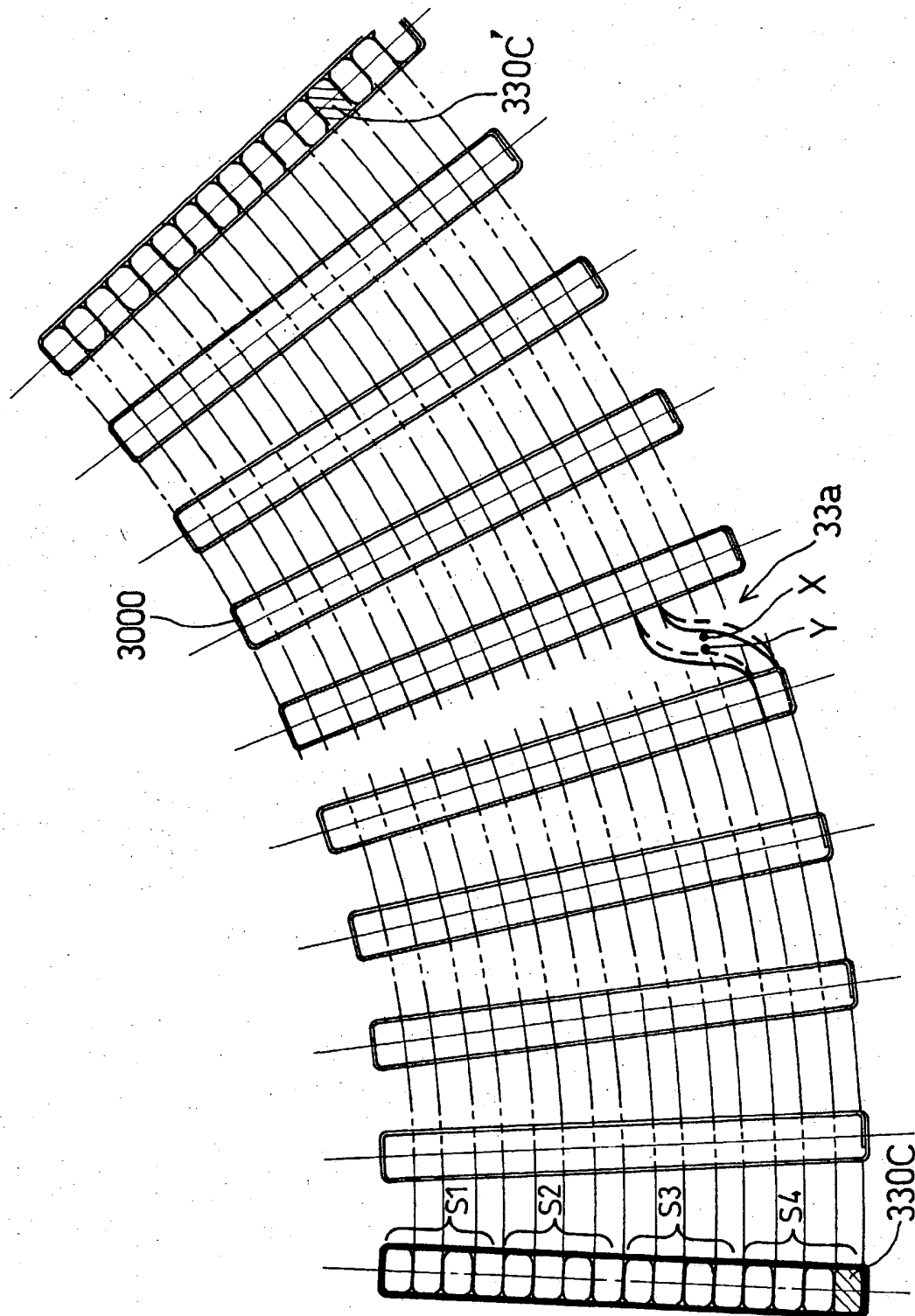
【図9】



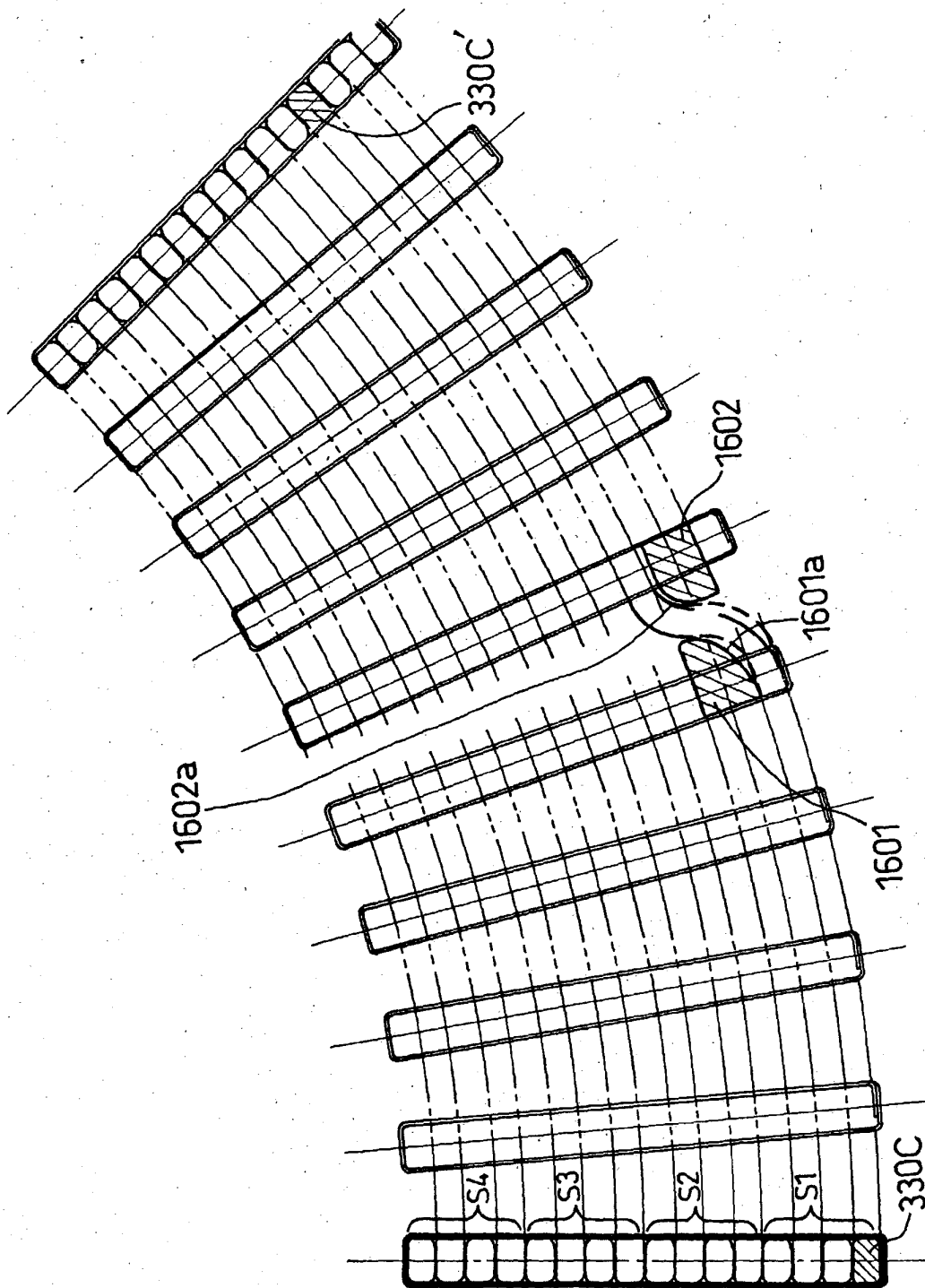
【图 10】



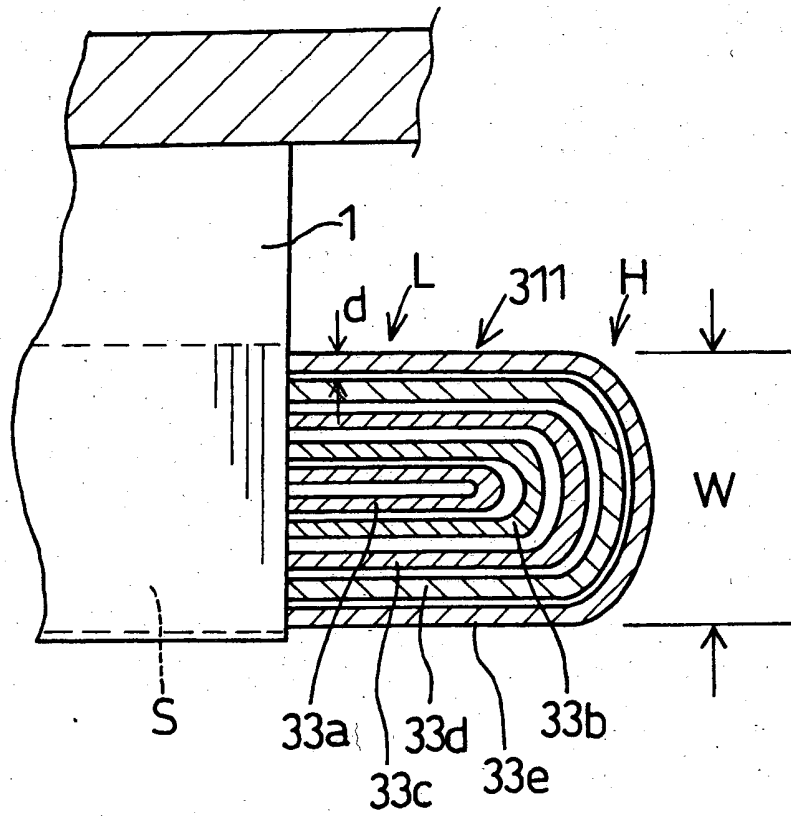
【図 11】



【圖 12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セグメントの絶縁性を向上可能な回転電機のセグメント順次接合ステータコイルおよびその製造方法を提供すること。

【解決手段】 セグメントセット 3 3 の頭部先端部 3 3 a を周方向に挟持する爪部 1 6 0 及びこの爪部 1 6 0 をもつ頭部押さえプレート 1 6 を、回動させつつリング 1 1、1 2 を回動して、セグメントセット 3 3 の頭部斜行部用直線部 3 3 b を捻る。これにより、頭部先端部 3 3 a の絶縁皮膜に掛かるストレスを低減することができる。

【選択図】 図 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日
[変更理由] 名称変更
住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
氏 名 株式会社デンソー